



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**RESINA AQUECIDA COMO MEIO DE ADESÃO DE
RESTAURAÇÕES INDIRETAS - INFLUÊNCIA DA ESPESSURA
DA CAMADA DE RESINA NAS FORÇAS DE ADESÃO**

Trabalho submetido por
Ricardo Manuel Alves Cenicante Simões Viegas para a
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2016



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

RESINA AQUECIDA COMO MEIO DE ADESÃO DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS - INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA CAMADA DE RESINA NAS FORÇAS DE ADESÃO

Trabalho submetido por
Ricardo Manuel Alves Cenicante Simões Viegas para a
obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Doutora Ana Vieira

outubro de 2016

“Never tell me the odds.”

George Lucas, Han Solo em Star Wars: Episode V - The Empire Strikes Back (1980)

Agradecimentos

À Professora Doutora Ana Vieira, agradeço por todo o apoio, empenho e dedicação que me transmitiu durante a realização deste trabalho, indispensáveis para a sua terminação. O conhecimento e a exigência que me transmitiu enquanto docente e orientadora contribuíram para o meu maior interesse pela área e pela profissão.

Ao Professor Doutor Mário Polido pela disponibilização do laboratório de biomateriais, indispensável para a realização da presente investigação.

Ao Professor Doutor Paulo Maurício, coordenador de curso, pelo seu esforço e empenho na defesa dos alunos, o qual não poderia deixar de agradecer.

Ao meu tio Paulo Cenicante e à minha mãe, por tudo aquilo que sou, por serem os meus pilares, pelos valores, educação, amor e apoio incondicional que me transmitiram.

Devo-lhes a possibilidade de completar este curso, e toda a força e orientação que me deram para superar todos os desafios nesta longa etapa académica. Dedico-vos este trabalho como uma pequena forma de agradecimento por não terem desistido de mim.

À minha namorada e parceira de box, Sofia Martins, um agradecimento muito especial por tudo o que fez por mim, por todo o carinho, força e paciência diária, pelo apoio incondicional de valor imensurável.

Ao meu primo e amigo, Paulo Cenicante, um agradecimento especial por todos estes anos que ficarão na memória, palavras não descrevem tudo o que passamos e tudo o que fizeste por mim.

Aos meus colegas e amigos, Inês Rebocho, Ana Catarina Patinha, Inês Martins, Teresa Lucas, que me acompanham desde sempre, pela amizade e companheirismo que me ajudaram a enfrentar as adversidades

Ao Gonçalo Cravide e Daniel Neves, amigos de longa data, a quem devo bastante pela pessoa que sou hoje.

Ao meu irmão, aos meus amigos de quatro patas, à minha família e todos que me ajudaram neste caminho, um obrigado muito sincero.

Resumo

Objetivo: Avaliar o efeito das forças de assentamento de restaurações indiretas aderidas com resina aquecida na espessura do filme de resina aquecida e nas forças de adesão, verificando a possível correlação das forças de adesão com a espessura da resina. Como objetivo secundário, avaliou-se a possível correlação entre o tipo de fratura ocorrido e a espessura da camada da resina aquecida e também com as forças de adesão.

Materiais e métodos: Vinte incisivos inferiores bovinos foram recolhidos e divididos aleatoriamente em dois grupos experimentais (n=10). Foram efetuadas restaurações indiretas em resina Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE) que foram aderidas ao esmalte com resina pré-aquecida a 55°C. Num dos grupos (Gdigital) o assentamento da peça realizou-se com pressão digital, no outro grupo (G750), usou-se um peso calibrado de 750 g para realizar o assentamento da peça. Seccionou-se a amostra em palitos de dimensões de 0.9 ± 0.2 , e mediu-se a espessura da resina aquecida usando a máquina de dureza de Vickers. A resistência adesiva (μ TBS) foi medida numa máquina de testes universal (Schimadzu Autograph AG-IS), sendo força aplicada no momento da fratura (N) do palito dividida pela área de superfície aderida (mm^2) de modo a obter-se a força de adesão (MPa). Neste estudo testaram-se duas variáveis dependentes: a “força adesiva” e a “espessura da resina aquecida” e uma variável qualitativa “tipo de fratura”.

Resultados: Encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos G750 e Gdigital quanto à força de adesão ($p \leq 0.0001$) e espessura da resina aquecida ($p \leq 0.0001$). No entanto não houve qualquer tipo de correlação direta entre as variáveis. Não se encontrou interdependência dos tipos de fratura com a força de adesão e a espessura da resina aquecida.

Conclusão: As forças de assentamento de restaurações indiretas parecem influenciar as forças de adesão e a espessura da resina aquecida usada para as aderir, apesar de não se ter encontrado uma correlação entre as duas variáveis.

Palavras-Chave: resina composta aquecida; restaurações indiretas; força de adesão; força de assentamento; espessura de resina aquecida

Abstract

Objective: Evaluate the effect of seating forces on the thickness of pre-heated resin used in the adhesion of indirect restorations and its effect on the bond strength to enamel. The secondary goal was to investigate if there was a correlation between the fracture type, the pre-heated resin film thickness and the bond strength, for the seating forces studied.

Materials and methods: Twenty bovine teeth were collected and randomly divided into two experimental groups (n=10). Indirect resin restorations (*Filtek™ Supreme XTE* (3M ESPE)) were bonded to the enamel surface using a pre-heated resin(55°C). In one group a calibrated weight of 750 g (G750) was used as seating force, whereas in the other group (Gdigital) finger pressure was used. The restored teeth were then stored in a container with distilled water in a vial at 37°Celsius for 24 hours. Afterwards the samples were then cut into 0.9 ± 0.2 mm sticks and the pre-heated resin film thickness was measured using a Vickers hardness machine. The sticks were tested with a universal testing machine (Schimadzu Autograph AG-IS). The bond strength (μ TBS) in MPa was measured dividing the force applied in the moment of fracture (N) of the stick by the bonded surface area (mm²). The dependent variables tested were the “bond strength”, the “pre-heated composite thickness” and the “fracture type”.

Results: There was a statistically significant difference between the groups with respect to the bond strength ($p \leq 0.0001$) and pre-heated resin film thickness ($p \leq 0.0001$). However no correlation was found between the two variables. The type of fracture was also not related to the bond strength or the pre-heated resin film thickness.

Conclusion: The seating forces of indirect restorations seem to influence the bond strength and the pre-heated resin film thickness, even though no correlation could be established between the two variables.

Key-words: pre-heated resin; indirect restorations, bond strength, seating force,

Índice

I. Introdução	15
1. Adesão	15
2. Restaurações Diretas.....	19
3. Restaurações Indiretas	21
4. Cimentos.....	22
5. Resina pré-aquecida.....	25
6. Adesão vs camada de resina aquecida vs força usada	25
7. Objetivos.....	25
7.1. Hipóteses Nulas (H0)	26
7.2. Hipóteses Alternativas (H1)	26
II. Materiais e Métodos	27
Seleção, limpeza e armazenamento das amostras.....	27
Preparação da amostra	30
Cimentação	32
Formação de palitos.....	33
Teste às forças de adesão (μ TBS).....	35
Análise estatística	37
III. Resultados	39
Fraturas	41
IV. Discussão	45
V. Conclusão	53
VI. Bibliografia.....	55
VII. Anexos	59

Índice de Figuras

Figura 1 – Adesão da resina à dentina usando a técnica de <i>etch-and-rinse</i> . (Adaptado de Heymann et al., 2013).....	16
Figura 2 – Adesão da resina à dentina usando a técnica de <i>etch-and-rinse</i> . (Adaptado de Heymann et al., 2013).....	17
Figura 3 – Substituição de uma restauração preexistente a amalgama (A) por restauração direta (B) (Adaptado de Heymann et al., 2013).	19
Figura 4 – Cimentação de uma restauração indireta com resina microhíbrida (Adaptado de Decup 2015).....	22
Figura 5 – Incisivos inferiores bovinos após extração	27
Figura 6 – Cloramina tri-hidratada 0.5%.....	27
Figura 7 - Dente fixado com cera colante.....	28
Figura 8 – Separação da coroa da raiz	28
Figura 9 – Polimento da face vestibular do dente	28
Figura 10 – Ataque ácido na entrada da camara.....	29
Figura 11 – Camara pulpar preenchida com Resina Composta.....	29
Figura 12 – <i>Filtek™ Supreme XTE</i> usado nas restaurações indiretas.....	30
Figura 13 – Discos de resina confeccionado partir de molde de silicone	30
Figura 14 – 20 discos de resina armazenados separados aleatoriamente entre grupos .	31
Figura 15 – Ataque ácido na restauração indireta	31
Figura 16 – Banho de Ultrassons.....	31
Figura 17 – Aplicação de sistema adesivo <i>Scotchbond™ Universal Adhesive</i>	32
Figura 18 – Forno <i>Micerium Ena Heat Composite Heating Conditioner</i>	32
Figura 19 – Cimentação com peso padronizado.....	33
Figura 20 – Cimentação com pressão digital.....	33
Figura 21 – Estufa Memmert INE 400	34
Figura 22 – Corte múltiplo no micrótomo.....	34
Figura 23 – Vickers Hardness Tester	34
Figura 24 – Palito colocado no jig de aço inoxidável.....	35
Figura 25 – JIG na máquina de testes universais.....	35
Figura 26 – Leica ATC2000.....	37
Figura 27 – Craveira digital Maachi Digital Caliper.....	36

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Classificação de cimentos à base de resina quanto à sua polimerização (Adaptado de Stamatacos & Simon, 2013)	23
Tabela 2 – Classificação de cimentos à base de resina quanto ao seu mecanismo de adesão (Adaptado de Stamatacos & Simon 2013).....	24
Tabela 3 – Subgrupos da amostra	30
Tabela 4 – Classificação da variável qualitativa “tipo de fratura”	37
Tabela 5 – Correlação entre as forças de adesão e o tipo de fratura.....	42
Tabela 6 – Correlação entre a espessura do cimento e o tipo de fratura.....	43

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Média e desvio-padrão da força de adesão (MPa) do grupo G750 e o grupo Gdigital	39
Gráfico 2 – Média e desvio-padrão da espessura de resina aquecida (μm) do grupo G750 e o grupo Gdigital	40
Gráfico 3 – Regressão linear entre a força de adesão e espessura de resina aquecida do grupo G750	40
Gráfico 4 – Regressão linear entre a “força de adesão” e “espessura cimento” do grupo Gdigital	41
Gráfico 5 – Tipos de fratura do grupo G750	41
Gráfico 6 – Tipos de fratura do grupo Gdigital	42

Lista de Abreviaturas

Bis-GMA – bisfenol-A-glicidil dimetacrilato

TEGMA - trietilenoglicol

UDMA - uretano dimetacrilato

HEMA - hidróxietil metacrilato

μm – micrómetro

mm² – milímetro quadrado

HAp - Hidroxiapatite

MPa – Megapascal

G750

Gdigital

I. Introdução

1. Adesão

Adesão retrata uma atração atômica ou molecular entre duas superfícies promovidas pela força de atração entre os átomos ou moléculas de duas espécies diferentes, e pode tanto ocorrer como uma adesão química, mecânica ou uma combinação de ambos (Anusavice, Phillips, Shen & Rawls, 2013).

A adesão na medicina dentária é possível através de quatro mecanismos: adesão mecânica, onde há penetração da resina e formação de *resin tags* dentro da superfície dentária; adesão química dos componentes inorgânicos como a hidroxiapatite ou componentes orgânicos como o colagénio tipo I à estrutura dentária; difusão, onde ocorre a precipitação de substâncias na superfície dentária ou uma combinação dos mecanismos previamente mencionados (Heymann, Swift, Jr. & Ritter, 2013).

A adesão das resinas compostas à superfície dentária é essencial para o sucesso de qualquer restauração dentária. Buonocore sugeriu em 1955 que ao aplicar ácido fosfórico no esmalte, selaria fossas e fissuras. Hoje, após várias investigações, percebemos que a adesão ao esmalte é conseguida através do condicionamento ácido do seu substrato altamente mineralizado, aumentando a área de microporosidades, permitindo assim a infiltração e polimerização de extensões da resina nas suas microporosidades, aumentando a força de adesão (Lin, Shinya, Gomi & Shinya, 2010).

Apesar das bases dos sistemas adesivos se manterem fundamentalmente idênticas, os sistemas adesivos evoluíram bastante nos últimos anos, distinguindo-se essencialmente pela sua interação com a estrutura dentária, podendo incorporar a *smear layer* ou removê-la na sua totalidade, tendo esta um papel fundamental na adesão (Coelho, Canta, Martins, Oliveira & Marques, 2012).

Os sistemas adesivos dividem-se essencialmente em *etch-and-rinse* ou *self-etch*, podendo estes envolver até 3 passos de aplicação (Chen et al., 2015).

Etch-and-rinse ou *total-etch* envolve a aplicação prévia de ácido ortofosfórico o que produz microporosidades na superfície do esmalte composto por cristais de hidroxiapatite e na dentina provoca desmineralização até uma profundidade de alguns micrómetros para expor colagénio desprovido de HAp. O sistema *Etch-and-rinse* encontra-se disponível em 3 passos (ácido, primer e adesivo) e 2 passos (primer e adesivo juntos num só frasco). Para estes sistemas a formação da camada híbrida depende da desmineralização da dentina superficial por ácidos inorgânicos, que expõe as fibrilhas de colagénio que são depois infiltradas por monómeros hidrofílicos (Figura 1) (Chen et al., 2015).

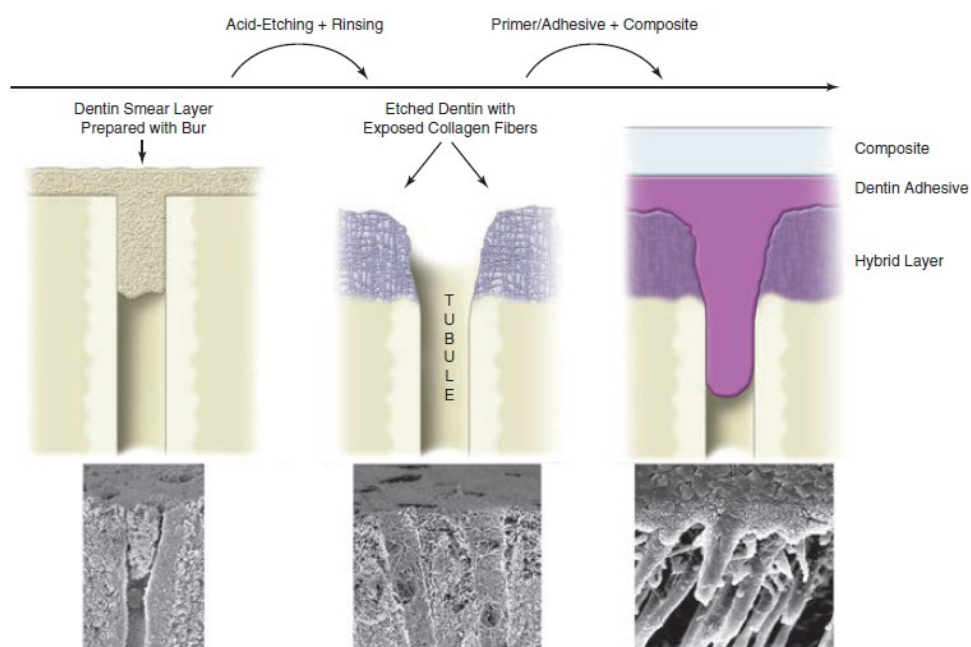


Figura 1 – Adesão da resina à dentina usando a técnica de *etch-and-rinse*. (Adaptado de Heymann et al., 2013).

Os sistemas adesivos *self-etch* ou *etch-and-dry* quanto à sua composição são uma solução aquosa de monómeros funcionais ácidos, com um pH relativamente mais alto que dos ácidos ortofosfóricos. O papel da água é providenciar um meio de ionização e de ação para os monómeros resinosos ácidos. Os sistemas adesivos *self-etch* contém também monómeros HEMA pois a maioria dos monómeros ácidos apresentam baixa

solubilidade, aumentando assim a molhabilidade da superfície dentinária (Giannini et al., 2015).

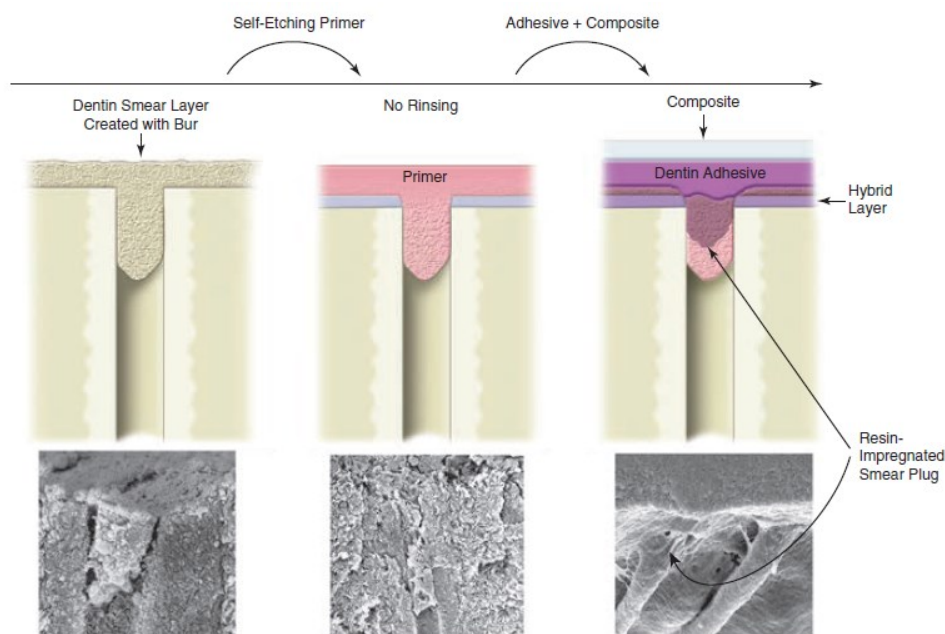


Figura 2 – Adesão da resina à dentina usando a técnica de *etch-and-rinse*.
(Adaptado de Heymann et al., 2013).

Os sistemas *self-etch* não requerem um passo adicional de condicionamento ácido, sendo considerados sistemas adesivos simplificados. Oferecem algumas vantagens sobre os tradicionais sistemas *etch-and-rinse*, como a redução da sensibilidade pós operatória e menos sensibilidade à técnica do operador. (Giannini et al., 2015)

Os sistemas atuais de *self-etch* são classificados com base no número de passos clínicos envolvidos: um passo ou dois passos. Os adesivos de dois passos incluem um primer ácido hidrofílico, que combina monómeros ácidos que simultaneamente atuam como ácido e primer no substrato dentário e após a evaporação do solvente a camada hidrofóbica e o agente de união selam os túbulos dentinários (Figura 2). O *self-etch* de um

passo é um sistema adesivo *all-in-one* que combina o condicionamento ácido, o primer e a resina adesiva, contendo assim os monómeros acídicos funcionais, monómeros hidrofóbicos e hidrofílicos, água e solventes orgânicos, tudo numa só solução (Giannini et al., 2015).

A agressividade do condicionamento ácido do sistema adesivo *self-etch* também pode ser classificado dependendo da dissociação das constantes acídicas (pKa) em “forte” (pH<1) “intermédia-forte” (pH≈1.5), “intermédia” (pH≈2) e “ultra-intermédia” (pH≥2.5). Os *self-etch* de maior força acídica apresentam melhores resultados na adesão, enquanto os valores “intermédios” não apresentam uma adesão eficiente ao esmalte, sendo esta ineficiência resolvida com condicionamento ácido prévio (Giannini et al., 2015).

Os *self-etch* produzem uma camada híbrida composta por *smear layer* e uma fina camada de colagénio desnaturado proveniente da dentina. Com este sistema não é necessário manter a dentina humedecida, pois contém água na sua composição, no entanto o perigo desta se evaporar antes da polimerização dos seus monómeros adesivos continua inerente, para além das áreas ricas em água na camada híbrida potenciarem o perigo de mais tarde se formar a microinfiltração das restaurações. (Chen et al., 2015)

Sistemas adesivos universais ou multimodo são resultado da tendência de continuar a simplificar e facilitar ao operador, o médico dentista, sendo um frasco único, de modo a satisfazer as necessidades clínicas de procedimentos rápidos e menos sensíveis à técnica do operador (Chen et al., 2015).

Estes sistemas podem ser aplicados no esmalte e dentina com ou sem condicionamento ácido prévio, sendo também indicados para serem usados como silano para vitrocerâmicas e primer para ligas metálicas e cerâmicas policristalinas. A longevidade e a força destes sistemas adesivos para dente ou materiais protéticos já se encontra bastante estudada (Chen et al., 2015).

2. Restaurações Diretas

As resinas compostas são usadas para uma variedade de aplicações em dentística, sendo distintas pela versatilidade de composições que se adequam a cada situação clínica sejam como restaurações, selantes, cimentos ou materiais provisórios (Heymann et al., 2013).

Estes materiais são compostos por uma matriz orgânica (polímero orgânico), tipicamente um dimetacrilato como o bis-GMA, TEGDMA ou UDMA, partículas inorgânicas de preenchimento, um agente de união de modo a unir as partículas inorgânicas à matriz orgânica, sendo o mais comum o silano e por químicos que modulam a polimerização. As propriedades clínicas, físicas e mecânicas das resinas dependem muito destas partículas inorgânicas, no seu volume, tamanho de partícula e percentagem. Gerações de compósitos foram lançadas baseadas nestas premissas, os compósitos macroparticulados, microparticulados, nanoparticulados, compósitos híbridos, microhíbridos e nanohíbridos, sendo vários os métodos usados para converter os monómeros das resinas para polímeros, usando diferentes tipos de polimerização, tudo isto influenciando as características finais da resina composta (Angeletaki, Gkogkos, Papazoglou, & Kloukos, 2016).

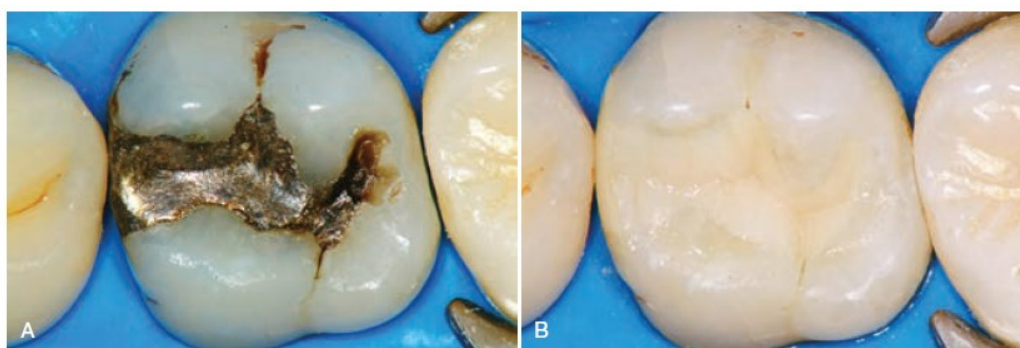


Figura 3 – Substituição de uma restauração preexistente a amálgama (A) por restauração direta (B) (Adaptado de Heymann et al., 2013).

As restaurações diretas consistem na colocação direta do material restaurador na cavidade preparada seguida da sua polimerização (Figura 3). Esta técnica tem como vantagens a preservação da estrutura dentária, indo ao encontro do conceito atual da dentística minimamente invasiva, o custo relativamente baixo e a necessidade de uma sessão apenas (Angeletaki et al., 2016).

O compósito tem várias aplicações clínicas (Adaptado de Heymann et al., 2013):

- Restaurações Classe I, II, III, IV, V e VI
- Núcleos ou *core buildups*
- Selantes e restaurações conservadoras como prevenção
- Reabilitação estética
 - *Veneers* parciais
 - *Veneers*
 - Modificações da forma do dente
 - Encerramentos de diastema
- Cimentos
- Restaurações provisórias
- *Splinting* periodontal

No entanto os compósitos apresentam alguns aspetos negativos como baixa resistência ao desgaste e contração após a polimerização dos seus monómeros. Esta contração que ocorre nos compósitos após a sua polimerização tem de nome contração de polimerização. Esta contração não pode ser eliminada, no entanto várias técnicas têm sido implementadas para evitar os potenciais problemas que possam advir da contração do material no preparo cavitário (Heymann et al., 2013; Angeletaki et al., 2016).

3. Restaurações Indiretas

Com a técnica de restauração indireta, tal como o *inlay*, *onlay* e *overlay*, o manuseamento da restauração é feito fora da cavidade oral, sendo confeccionado um molde do dente preparado, onde vai ser confeccionado uma peça protética em laboratório, e depois cimentado numa segunda consulta (Figura 4). Esta técnica ajuda a contornar algumas limitações impostas pelas restaurações diretas, tal como um melhor controlo contração polimerização, sendo esta limitada a uma pequena camada de resina composta usada na cimentação. Para além disso permite uma melhor adaptação e selamento marginal, melhores propriedades físicas e mecânicas, oclusão morfológica ideal e facilidade restauração de pontos de contacto. No entanto esta técnica exige mais tempo, mais consultas e requiere um custo acrescido o que pode não ir de encontro à vontade do paciente (Angeletaki et al., 2016).

O *stress* gerado pela contração de polimerização em resina composta direta é superior ao das restaurações indiretas em cerca de 13 vezes. Toda a confeção em laboratório sobre condições ótimas de luz, calor, pressão e a fina camada de cimento adesivo ajuda a minimizar o *stress* provocado pela contração de polimerização (da Veiga et al., 2016).

As indicações para restaurações indiretas são baseadas numa combinação de exigência estética com o tamanho do remanescente dentário, sendo esta técnica adotada quando se restauram grandes cavidades ou como substituição de restaurações extensas preexistentes, especialmente quando estas estendem-se bastante para a zona lingual ou requerem recobrimento de alguma cúspide (Heymann et al., 2013).

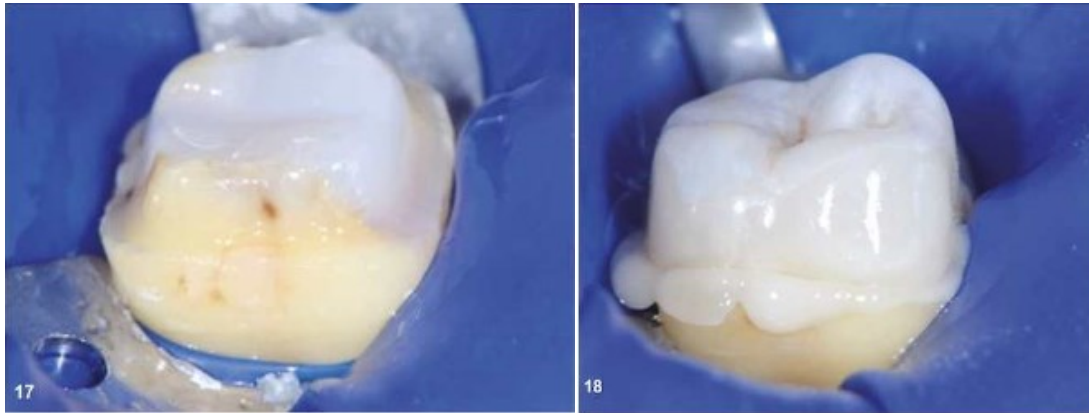


Figura 4 – Cimentação de uma restauração indireta com resina microhíbrida (Adaptado de Decup 2015).

No entanto esta técnica pode apresentar algumas contraindicações, como uma alta carga oclusal, especialmente em cerâmica quando a espessura é insuficiente, ou pacientes sujeitos a um elevado nível de *stress* oclusal como pacientes com hábitos de bruxismo. A inability de isolar o campo operatório de fluídos e preparos muito profundos a nível subgingival, apesar de não ser uma contraindicação formal, e preparos com margens subgingivais profundas devem ser evitadas (Heymann et al., 2013).

4. Cimentos

Os cimentos promovem a união entre os materiais protéticos e o remanescente dentário. Ao longo dos anos surgiram vários cimentos, tais como fosfato de zinco, que devido à sua relativa solubilidade e falta de adesão às estruturas dentárias levou à pesquisa de melhores materiais (Beatriz & Arce, 2006).

A cimentação é crucial no processo de retenção, selamento marginal e durabilidade de restaurações indiretas (Stamatacos & Simon, 2013).

Novos materiais alternativos foram criados para colmatar estas falhas, tais como os cimentos à base de ionómero de vidro, cimentos resinosos e cimentos híbridos. Estes

apresentam baixa solubilidade, boas qualidades estéticas e boas propriedades físicas e mecânicas (Beatriz & Arce, 2006).

Os cimentos resinosos, que tal como o nome indica têm uma constituição baseada em resinas compostas com baixa carga inorgânica, apresentam a fluidez necessária para a cimentação. São constituídos por uma base do sistema monomérico Bis-GMA (Bisfenol-A metacrilato de glicida) e uma combinação com monómeros de baixa viscosidade para além de cargas inorgânicas (SiO) tratadas com silano (Prakki & Carvalho, 2001).

Os cimentos à base de resina podem ser classificados pelo seu mecanismo de polimerização, em cimentos autopolimerizáveis, em que a polimerização se dá por uma reação química entre dois materiais, usado como alternativa à fotopolimerização, cimentos fotopolimerizáveis, em que a polimerização se inicia por uma radiação no espectro da luz visível ativando os seus foto-iniciadores, tendo um grande tempo de trabalho, estabilidade de cor mas baixo tempo de acabamento e os cimentos de dupla polimerização ou dual, onde a polimerização é alcançada tanto por reação química como por fotopolimerização, tendo como vantagens a sua facilidade de utilização, a força de adesão e a estética como referidos na Tabela 1 (Stamatacos & Simon, 2013).

Tabela 1 – Classificação de cimentos à base de resina quanto à sua polimerização

(Adaptado de Stamatacos & Simon, 2013)

RESIN CEMENT	CURING METHOD	CHARACTERISTICS	INDICATIONS
Light-Cure	<ul style="list-style-type: none"> • Photo-initiators, activated by light 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased working time • Decreased finishing time • Color stability 	<ul style="list-style-type: none"> • Esthetic restorations • Metal-free restorations • Cementing thin, translucent ceramic
Dual-Cure	<ul style="list-style-type: none"> • Chemicals and light 	<ul style="list-style-type: none"> • Bond strength • Esthetics • Ease of use 	<ul style="list-style-type: none"> • Cementing thick, opaque ceramic • Metal-free restorations
Chemical-Cure	<ul style="list-style-type: none"> • Chemical reaction of two materials mixed (self-curing) 	<ul style="list-style-type: none"> • Useful in areas where light-curing is difficult 	<ul style="list-style-type: none"> • Metal restorations • Endodontic posts • Ceramic restorations that prohibit curing unit from adequately polymerizing the resin cement

Estes cimentos dual à base de resina têm assumido maior destaque ultimamente, pela sua baixa solubilidade, baixa viscosidade, e melhores propriedades mecânicas que os cimentos convencionais. Promovem também boa adesão do material restaurador à estrutura dentária e apresentam baixa percentagem de microinfiltração (Morais et al., 2012).

Para além da presença de fotoiniciadores na sua composição, também contém componentes autopolimerizáveis para assegurar uma boa polimerização, mesmo quando não é possível uma boa fotopolimerização devido a material opaco a interpor-se ou cavidades bastante profundas (Morais et al., 2012).

Podemos também classificar estes cimentos à base de resina quanto ao seu mecanismo de adesão (Tabela 2) como *total-etch*, em que há um tratamento ácido prévio com ácido ortofosfórico entre 30% a 40% à dentina e ao esmalte, procedimento este que remove a *smear layer* e abre os túbulos dentinários, sendo aplicado o adesivo no final promovendo a adesão do cimento ao dente, os cimentos *self-etch* em que a sua aplicação consiste na aplicação previa na superfície dentária de um *self-etching primer* sendo o cimento misturado e aplicado no final. Os *self-adhesive* ou cimentos universais, consistem num só componente sem necessidade de sistemas de adesão adicionais, estes cimentos contém ácido ortofosfórico na sua composição que é impregnado na resina, que reage com as suas partículas de preenchimento, sendo polimerizado no polímero final. (Stamatacos & Simon 2013)

Tabela 2 – Classificação de cimentos à base de resina quanto ao seu mecanismo de adesão
(Adaptado de Stamatacos & Simon, 2013)

RESIN CEMENT	ADHESIVE SCHEME	CHARACTERISTICS
Total-Etch	30% to 40% phosphoric acid-etch, then adhesive is applied	<ul style="list-style-type: none">• Excellent cement-to-tooth bond strength• Reduced microleakage• Long-term predictability• Requires multi-step application technique
Self-Etch	Self-etching primer, then mixed cement is applied	<ul style="list-style-type: none">• Ease of use• Less technique sensitivity• Good bond strength
Self-Adhesive	"One component" phosphoric acid grafted into resin	<ul style="list-style-type: none">• Able to bond to untreated tooth surface• "Selective etching" can be incorporated for improved bond strength

5. Resina pré-aquecida

A técnica de pré-aquecer a resina composta surge numa necessidade de promover uma maior conversão de monómeros e uma melhoria das propriedades físicas sem prejudicar o selamento marginal (Fróes-Salgado et al., 2010).

Pré-aquecendo o compósito a (60°C) sobre condições isotérmicas traz vários benefícios, tais como a diminuição da viscosidade da resina, aumentando a conversão de monómeros, pois a mobilidade molecular é aumentada e dá-se consequentemente uma maior colisão das moléculas reativas. Quando a conversão de monómeros é associada às propriedades mecânicas do polímero final, será espectável a resina composta final apresentar melhores propriedades mecânicas o que resulta numa melhoria na força de adesão das restaurações indiretas ao dente. (Fróes-Salgado et al., 2010; Morais et al 2012).

6. Adesão vs camada de resina aquecida vs força usada

A espessura da resina aquecida (como agente cimentante) é importante, pois a contração que a resina composta sofre quando cimentada e polimerizada causa *stress* na camada de adesivo que é aplicado entre a restauração e o dente, este stress pode exceder a força de adesão ou coesão pondo a longevidade da restauração em causa (Marocho et al., 2013).

Ainda pouco está publicado a este respeito, daí ser objeto de estudo por parte da presente investigação.

7. Objetivos

Este estudo tem como objetivo principal estudar uma possível correlação entre as forças de assentamento de restaurações indiretas e a espessura de resina aquecida usada para

as aderir, e a possível correlação entre a espessura da resina aquecida e as forças de adesão das restaurações.

Como objetivo secundário investigou-se a possível correlação entre o tipo de fratura ocorrido nos testes de microtração e a espessura da camada de resina aquecida e as forças de adesão.

7.1. Hipóteses Nulas (H0)

- A força utilizada no assentamento de restaurações indiretas não influencia a espessura da camada de resina aquecida usada para as aderir.
- A força utilizada no assentamento de restaurações indiretas não influencia nas forças de adesão da restauração indireta.
- A espessura da camada de resina aquecida não influencia a força de adesão das restaurações indiretas.
- A espessura de resina aquecida não influencia o tipo de fratura ocorrida.
- A força de adesão não influencia o tipo de fratura ocorrida.

7.2. Hipóteses Alternativas (H1)

- A força utilizada no assentamento de restaurações indiretas influencia a espessura da camada resina aquecida usada para as aderir.
- A força utilizada no assentamento de restaurações indiretas influencia nas forças de adesão da restauração indireta.
- A espessura da camada de resina aquecida está correlacionada com a força de adesão das restaurações indiretas.
- A espessura de resina aquecida influencia o tipo de fratura ocorrida.
- A força de adesão influencia o tipo de fratura ocorrida.

II. Materiais e Métodos

Seleção, limpeza e armazenamento das amostras

Vinte incisivos inferiores de bovino foram usados neste procedimento, recolhidos de mandíbulas bovinas cedidas pelo matadouro de Mafra. Os dentes foram extraídos com auxílio de sindesmótomo, alavanca e boticão e limpos de depósitos e tecidos moles que ainda se encontravam aderidos aos mesmos através do uso de uma cureta periodontal de Gracey (Figura 5).



Figura 5 – Incisivos inferiores bovinos após extração

As amostras obtidas foram colocadas numa solução de cloramida tri-hidratada 0,5% (Figura 6) a 4°C durante 7 dias. Após esse período, os dentes foram lavados e colocados em água destilada a 4°C num frasco esterilizado, trocada semanalmente até o início do estudo (ISO/TS 11405:2015).



Figura 6 – Cloramida tri-hidratada 0.5%

Os dentes foram fixados a um dispositivo de acrílico (Figura 7) com cera colante onde se procedeu à secção a nível da junção amelocimentária do dente, provocando a separação da coroa da raiz, usando o micrótomo de tecidos duros (Figura 8) (Accutom-50, Struers, Dinamarca).

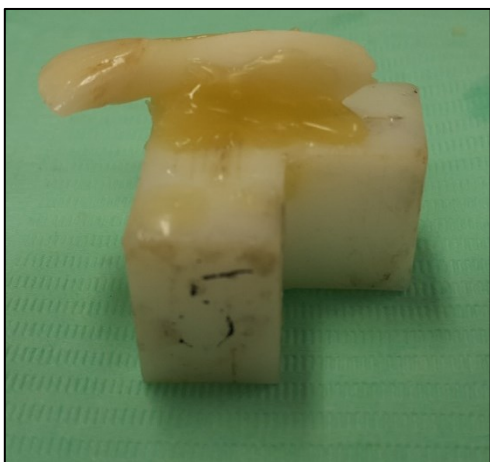


Figura 7 - Dente fixado com cera colante



Figura 8 – Separação da coroa da raiz

Após a secção, padronizou-se a superfície de esmalte, onde as superfícies vestibulares foram polidas com uma lixa SiC de grão 600 (*Buehler®Ltd, Lake Bluff, IL, USA*) numa máquina polidora (Figura 9) (*LaboForce-1, Struers, Dinamarca*) de forma a obter uma face de esmalte mais plana. Finalizado este procedimento as amostras foram novamente armazenadas em água destilada a 4°C num frasco esterilizado, sendo a água renovada a cada 7 dias até ao dia da experiência.

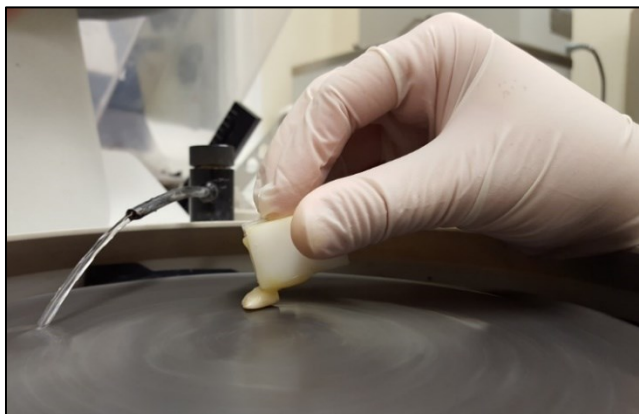


Figura 9 – Polimento da face vestibular do dente

Foi feito o acesso à câmara pulpar através do canal radicular com uma broca esférica de diâmetro 0,8 mm. Os restos pulpares foram eliminados com a ajuda de uma colher de dentina e a câmara pulpar foi limpa e seca com jato de água/ar.

Realizou-se o condicionamento ácido da câmara pulpar com ácido ortofosfórico 32% durante 15 segundos, lavou-se com água e secou-se levemente. Foi aplicado o sistema adesivo *Scotchbond Universal* (Figura 10) (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) com um microbrush e secou-se com jato de ar durante 5 segundos para evaporação do solvente. De seguida fotopolimerizou-se, durante 20 segundos, com fotopolimerizador. Preencheu-se a câmara pulpar com a resina composta nanoparticulada *Filtek™ Supreme XTE* (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) *BODY A3*, em incrementos de 2 mm compactando bem e fotopolimerizou-se novamente (Figura 11).

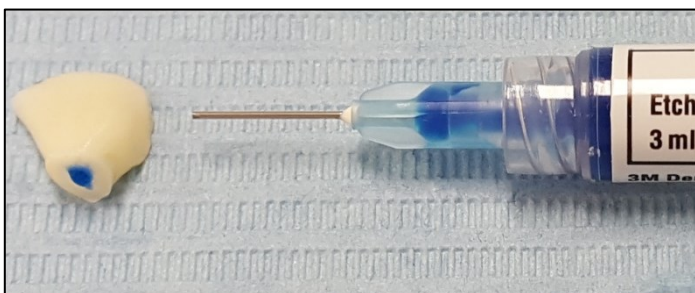


Figura 10 – Ataque ácido na entrada da camara



Figura 11 – Camara pulpar preenchida com Resina Composta

Preparação da amostra

A amostra dos 20 dentes bovinos foi dividida aleatoriamente em dois grupos experimentais através da função “rand” do programa Excel 2013 (Microsoft Office) (Tabela 3).

Tabela 3 – Subgrupos da amostra



Vinte discos de resina composta nanoparticulada (Figura 12) (Filtek™ Supreme XTE, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA), com 5 mm de espessura e 10 mm de diâmetro, cor A1 de tonalidade na escala VITA, foram produzidos usando uma chave de silicone com estas dimensões (Figura 13) e fotopolimerizados de modo a simular restaurações indiretas a resina composta. Os discos foram posteriormente armazenados aleatoriamente em dois frascos com 10 discos cada (Figura 14).



Figura 12 – Filtek™ Supreme XTE usado nas restaurações

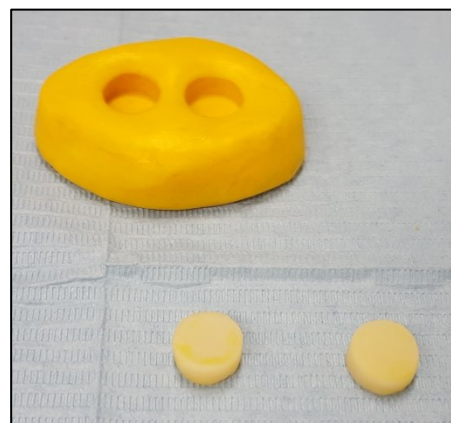


Figura 13 – Discos de resina confeccionado partir de molde de silicone

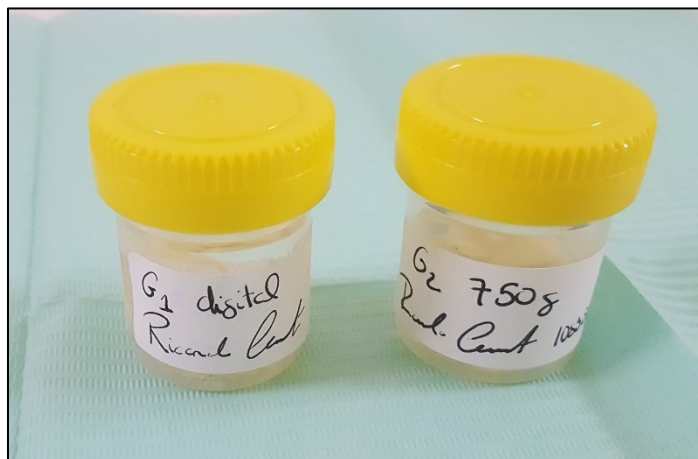


Figura 14 – 20 discos de resina armazenados separados aleatoriamente entre grupos

A face interna da restauração indireta foi jateada com partículas de óxido de alumínio 50 μm durante 10 segundos (a uma distância de 1.5 cm da ponta), sendo de seguida tratada com ácido ortofosfórico a 32% como limpeza (Figura 15). Posteriormente foram lavados abundantemente, colocados num banho de ultrassons num copo com álcool (95%) durante 4 minutos (Figura 16). As peças foram depois secas e aplicou-se o sistema adesivo *Scotchbond™ Universal Adhesive* segundo as instruções do fabricante, não fotopolimerizando no final (Figura 17).



Figura 15 – Ataque ácido na restauração indireta



Figura 16 – Banho de Ultrassons



Figura 17 – Aplicação de sistema adesivo
Scotchbond™ Universal Adhesive

Cimentação

Após a preparação da amostra e das peças protéticas, procedemos então à adesão, onde recorremos a um compósito *Filtek™ Supreme XTE A4 Dentin Shade*, para a cimentação, facilitando a sua diferenciação do compósito pertencente à restauração indireta, pois apresentam cores distintas, sendo previamente aquecido no forno (*Micerium Ena Heat Composite Heating Conditioner*, Micerium, Itália) a uma temperatura de 55°C (Figura 18).



Figura 18 – Forno *Micerium Ena Heat Composite Heating Conditioner*

Assim que a temperatura foi atingida, consoante o grupo de amostra inserido, foi aplicado de duas maneiras distintas, no grupo Gdigital, as restaurações indiretas foram cimentadas usando pressão digital e uma força não calibrada nos 10 dentes pertencentes ao grupo (Figura 20), no segundo grupo, grupo G750, de igual número de amostra, as restaurações indiretas foram cimentadas usando um peso padronizado com o valor de 750 g (Figura 19).



Figura 19 – Cimentação com peso padronizado



Figura 20 – Cimentação com pressão digital

Formação de palitos

Os dentes restaurados foram então armazenados num ambiente húmido e escurecido, em água destilada numa estufa (Figura 21) (*Memmert* INE 400, *Memmert*, Alemanha) a 37°C durante 1 dia. Após este período de tempo os dentes foram fixados novamente num dispositivo de acrílico com cera colante para serem seccionados com o micrótomo de tecidos duros (*Accutom-50*, *Struers*, Dinamarca), na direção X e Y, a uma velocidade de 0.125 mm/min de modo a obter palitos com 0.9 ± 0.2 mm (Figura 22) para serem visualizados no

microscópio ótico e depois testados na máquina universal, realizando no final um corte único para a separação dos palitos do remanescente dentário.



Figura 21 – Estufa Memmert INE 400

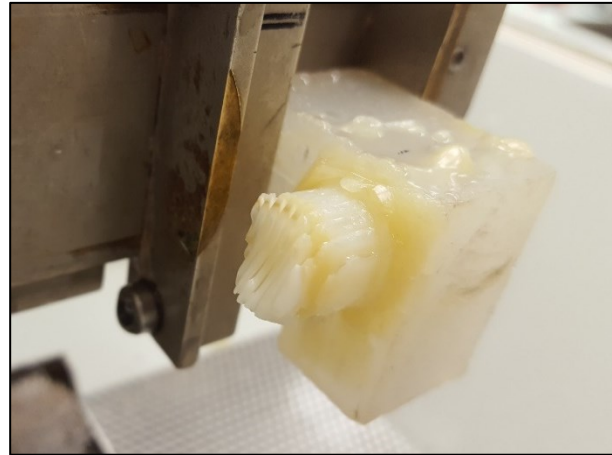


Figura 22 – Corte múltiplo no micrótomo

Os palitos foram armazenados num frasco esterilizado numa compressa humedecida para que não sofressem desidratação, mediu-se de seguida a espessura da camada de resina aquecida dos palitos por cada grupo através da máquina de dureza de *Vickers* (Figura 23) (*Vickers Hardness Tester, Model HSV- 30T, Shimadzu Corporation, Japão*).

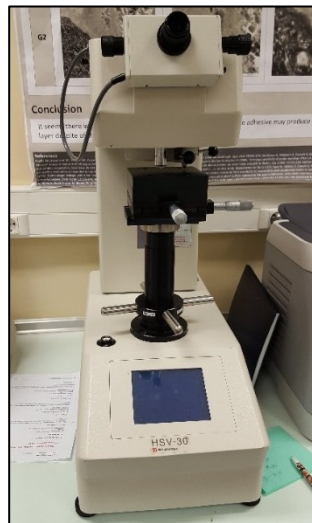


Figura 23 – Vickers Hardness Tester

Teste às forças de adesão (μ TBS)

De seguida os palitos foram colados pelas suas extremidades num jig de aço inoxidável (Figura 24) com auxílio de cola cianocrilato (*Würth® Cola Rápida*, Künzelsau, Germany) usando o ativador de cola do mesmo conjunto (*Würth® Activador*, Künzelsau, Germany) para acelerar a fixação dos palitos ao jig, sendo anexados aos manipuladores da máquina de testes universal (Figura 25) (*Schimidzu Autograph AG-IS*, Tóquio, Japão), para o teste μ TBS usando essa mesma máquina a uma velocidade de tração de 0.5mm/min.



Figura 24 – Palito colocado no jig de aço inoxidável



Figura 25 – JIG na máquina de testes universais

Após as medições estarem finalizadas, procedeu-se à remoção cuidadosa das amostras com auxílio de uma lâmina nº12 de bisturi, sendo os palitos no final medidos nas suas dimensões no sentido x e y usando uma craveira digital (Figura 26) (*Maachi Digital Caliper*, BS Pyromatic, India).



Figura 26 – Craveira digital Maachi Digital Caliper

A área da secção transversal foi calculada para produzir dados μ TBS em unidades de *stress* (MPa) obtidos a partir da força aplicada no momento da fratura (N) do palito dividido pela área de superfície aderida (mm²).

Observou-se a zona onde ocorreu a fratura através de um microscópio ótico (Figura 27) (Leica ATC2000, Leica Microsystem, Buffalo, E.U.A.) classificando a fratura de acordo com os parâmetros mencionados na **Tabela 4**.



Figura 27 – Leica ATC2000

Tabela 4 – Classificação da variável qualitativa “tipo de fratura”



Análise estatística

Testaram-se neste estudo duas variáveis dependentes: a “força adesiva” e a “espessura da resina aquecida”. Para além destas variáveis testou-se também a variável

qualitativa “tipo de fratura”. Fixou-se como referência para aceitar ou rejeitar a hipótese nula um nível de significância ($\alpha \leq 0,05$).

Foram usados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para testar a normalidade de distribuição das amostras. Uma vez que estas não apresentaram uma distribuição normal, foi usado o teste de Mann-Whitney U para comparar os valores de “força adesiva” e “espessura da resina aquecida” entre os grupos G750 e Gdigital.

Usaram-se testes de correlação para testar possíveis associações entre os valores de “força adesiva” e os valores de “espessura da resina aquecida” bem como o tipo de fratura ocorrido.

A análise estatística foi efetuada com o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 23.0 para Windows (SPSS 23.0, IBM SPSS) e o programa EXCEL 2010 para Windows 10.

III. Resultados

Os valores obtidos no teste de microtração, as médias e os desvios padrão da força de adesão (MPa) das amostras de cada grupo estão representados no **Gráfico 1**.

O grupo G750 obteve uma média de força de adesão por unidade de superfície mais baixa (16.49 ± 10.14 MPa) enquanto o grupo Gdigital, onde se realizou uma força não calibrada aquando da cimentação, apresentou uma média de força de adesão superior (22.70 ± 12.48 MPa).

Encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0.0001$).

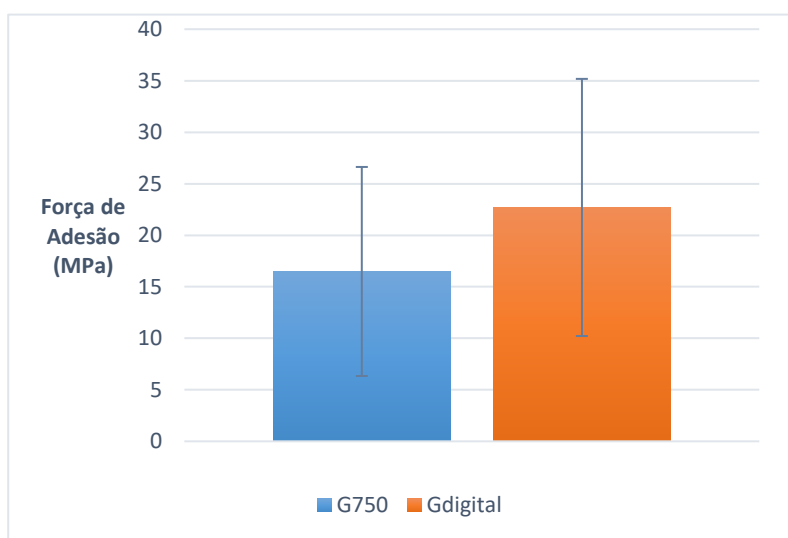


Gráfico 1 – Média e desvio-padrão da força de adesão (MPa) do grupo G750 e o grupo Gdigital

Em relação à espessura da resina aquecida (Gráfico 2), o grupo G750 apresentou valores (101.82 ± 25.92 μm) superiores ao do grupo Gdigital (71.51 ± 30.48 μm).

Encontrou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0.0001$).

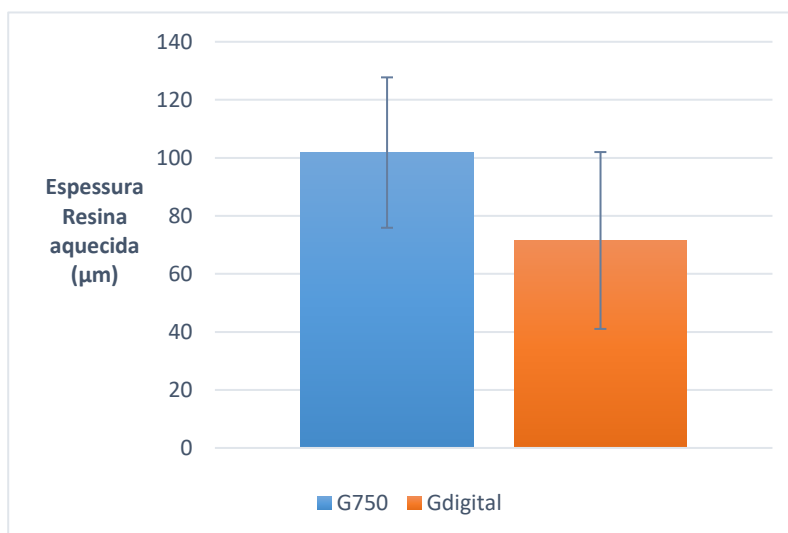


Gráfico 2 – Média e desvio-padrão da espessura de resina aquecida (µm) do G750 e o grupo Gdigital

Também se realizou a regressão linear entre a “força de adesão” e “espessura da resina aquecida” para os grupos G750 e Gdigital. Ambos apresentaram um coeficiente de correlação próximo do zero, o que invalida qualquer tipo de correlação, quer no grupo G750 ($R^2=0.00001$) (Gráfico 3) e quer no grupo Gdigital ($R^2 = 0.0004$) (Gráfico 4).

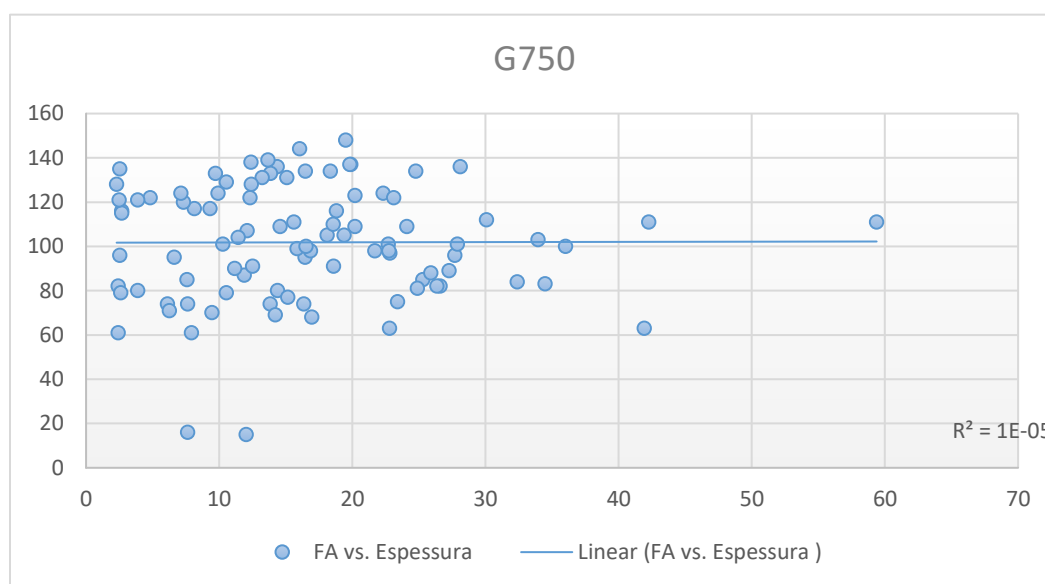
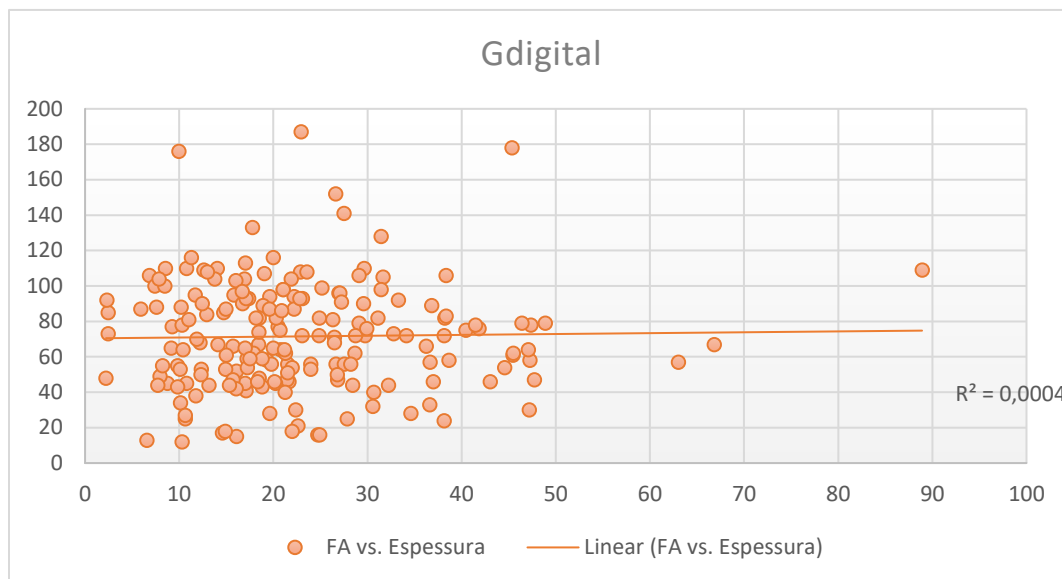
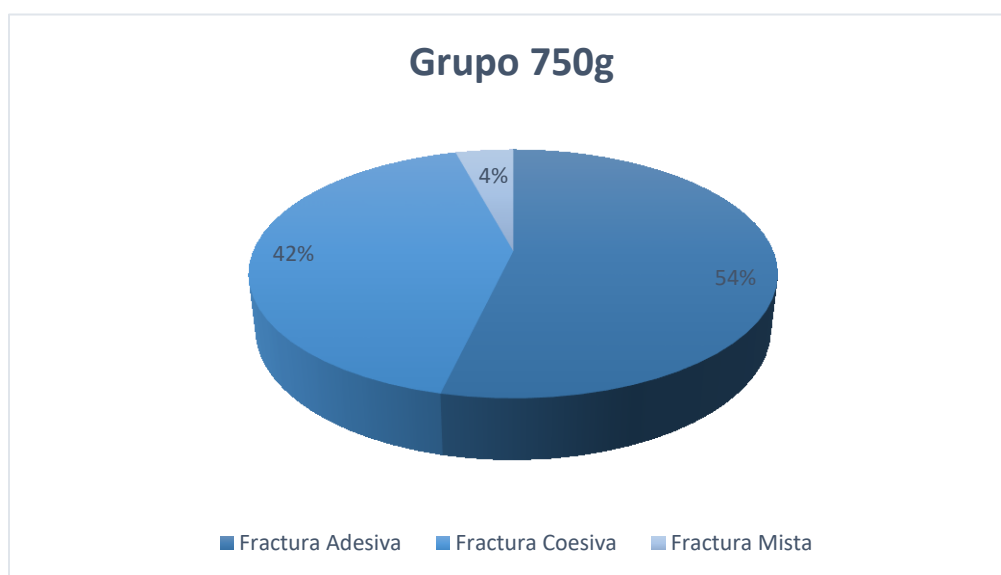


Gráfico 3 – Regressão linear entre a força de adesão e espessura de resina aquecida do grupo G750



Fraturas

Um dos objetivos neste estudo foi estudar a existência de uma possível correlação entre a força de adesão, o tipo de fraturas e a espessura do cimento. Para esse efeito as fraturas foram classificadas em três categorias distintas, fraturas adesivas, coesivas e mistas, baseada no ponto exato onde ocorria a fratura.



Tanto no grupo Gdigital como de G750, as fraturas adesivas mostraram-se mais proeminentes, seguidas pelas fraturas coesivas e por fim, com menor percentagem as fraturas mistas. Para o grupo de G750 (Gráfico 5) a percentagem encontrada de fraturas adesivas foi de 54%, tendo as fraturas coesivas atingindo uma percentagem de 42% e as mistas uma percentagem de apenas 4%. O grupo Gdigital (Gráfico 6) apresentou resultados idênticos, novamente com proeminência de fraturas adesivas (54%) sobre as restantes fraturas coesivas (44%) e mistas (2%).

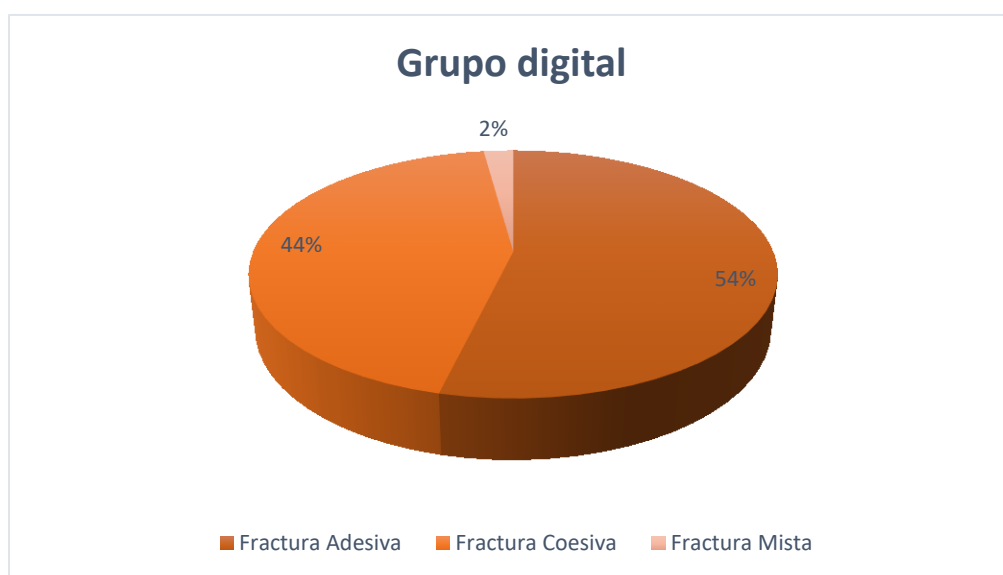


Gráfico 6 – Tipos de fratura do grupo Gdigital

Por último, realizaram-se testes de correlação, entre o tipo de fratura que ocorreu versus as forças de adesão e o tipo de fratura versus a espessura da resina aquecida. Os resultados dos testes estão apresentados na **Tabela 5** e **Tabela 6**.

Tabela 5 – Correlação entre as forças de adesão e o tipo de fratura

Correlação força de adesão e o tipo de fratura	
G750	Gdigital
-0,441728575	-0,254843599

Tabela 6 – Correlação entre a espessura da resina aquecida e o tipo de fratura

Correlação espessura de resina aquecida e o tipo de fratura	
G750	Gdigital
0,187558209	0,045241175

Os valores não se encontram próximos nem de 1 nem de -1, pelo que não se encontrou qualquer tipo de correlação entre os tipos de fratura com os resultados da força de adesão e da espessura da resina aquecida.

IV. Discussão

A dentisteria adesiva associa as propriedades físicas dos materiais restauradores aos substratos dentários através de meios de adesão, restabelecendo a estética e função de dentes danificados. As restaurações indiretas surgem numa tentativa de ultrapassar algumas das limitações advindas dos procedimentos restauradores, tais como a contração de polimerização e o grau de conversão da resina composta segundo a técnica direta de restauração direta. Na técnica indireta a manipulação e confecção da restauração ocorre fora da cavidade oral em laboratório ou consultório, permitindo que as restaurações apresentem melhores contactos proximais, um resultado estético superior, uma morfologia e ajuste oclusal satisfatórios, e um maior controlo da polimerização com uma maior taxa de conversão fora da cavidade oral (Soares, Oliveira, Paulillo & Martins, 2004).

El-Deeb, El-Aziz e Mobarak (2015) referem que o aquecimento da resina composta *a priori* da aplicação na peça, pode facilitar o escoamento do material sobre as paredes do preparo. A introdução deste passo, levou a que as restaurações pudessem apresentar uma melhor adaptação ao preparo cavitário. Em concordância com estes autores, Dionysopoulos, Tolidis, Gerasimou e Koliniotou-Koumpia (2014), comprovaram que as resinas compostas convencionais aquecidas, apresentavam um comportamento mais fluido resultando na diminuição da espessura do cimento da restauração final.

A implementação desta técnica levantou algumas questões, sendo que a mais relevante prende-se com os efeitos advindos da temperatura de aquecimento da resina sobre a polpa. Daronch, Rueggeberg, Hall e De Goes (2006) ao testarem esta mesma possibilidade, verificaram de facto que existe um aumento de cerca de 0.8°C na temperatura pulpar, mas que esta não era significativa o suficiente para causar efeitos deletérios sobre os tecidos pulpares (Morais et al., 2012).

Os cimentos são essenciais para o sucesso das restaurações indiretas. Idealmente estes materiais devem possuir uma baixa solubilidade e elevada resistência à tração, características determinantes para a durabilidade da restauração a longo prazo. Estes materiais necessitam igualmente de manter uma espessura mínima de cimento, necessidade essa refletida nas normas ISO/TS 4049:2000 que mencionam que a espessura de cimento na

cimentação não deve ser superior a 50µm para cimentos à base de resina. Actualmente, foram introduzidos no mercado novos cimentos de resina, como os *self-adhesive*, como reformulações de resinas compostas pré-existentes. Contudo, devido à limitada informação sobre a espessura destes materiais vários autores têm considerado este tema como alvo de estudo (Kious, Roberts & Brackett, 2009). Deste modo, optou-se por levar a cabo um estudo *in vitro* de forma a averiguar fatores que possam influenciar a espessura final de agentes de cimentação à base de resina, procurando obter resultados que possam clarificar a comunidade científica e profissionais clínicos.

O presente estudo utilizou uma amostra constituída por dentes bovinos, à semelhança de outros estudos *in vitro*, em substituição dos dentes humanos.

Ao longo do tempo, as várias complicações associadas à obtenção de dentes de origem humana, tanto éticos como também sanitários, levaram a que se tivesse de recorrer a diferentes tipos de dentições com origem animal, para a sua utilização em estudos *in vitro* e *in situ*. Nos dias de hoje, a dentição de origem bovina continua a ser a escolha mais abrangente tendo a sua utilização em estudos aumentado gradualmente nos últimos 30 anos, resolvendo a problemática advinda da utilização de dentes humanos, nomeadamente a disponibilidade de peças dentárias humanas em condições hígidas (Yassen, Platt, & Hara, 2011).

Apesar dos dentes de origem bovina serem amplamente utilizados por vários estudos *in vitro*, como substituto dos dentes humanos, ainda existe alguma divergência de opiniões que põem em causa a similaridade do comportamento dos tecidos bovinos com o esmalte dentário humano. Barkmeier e Erickson (1994) consideraram que a adesão ao esmalte bovino era significativamente inferior ao do esmalte humano, no entanto Reis, Giannini, Kavaguchi, Soares e Line (2004) demonstraram que não existia uma diferença significativa entre a adesão ao esmalte bovino ou humano, tendo Krifka et al. (2008) confirmado essa mesma conclusão (Yassen et al., 2011).

A preparação e armazenamento dos dentes foi feita segundo as normas ISO/TS 11405:2015, tendo a amostra de dentes bovinos sido utilizada no mesmo mês da sua extração, apesar de o ideal, segundo a norma, ser o uso imediato. A referida norma estipula

que a amostra pode ser utilizada até 6 meses após a sua extração, desde que armazenada em água destilada a 4°C, sendo previamente submetida a um processo de desinfecção com cloramina tri hidratada a 0.5% a 4°C, durante um período máximo de 7 dias.

Após o procedimento de adesão, os dentes foram armazenadas em água destilada a 37°C durante 24 horas, assegurando a máxima polimerização do material restaurador.

A porção interna das peças de resina foi jateada com óxido de alumínio (50µm de tamanho de grânulo) de forma a aumentar a retenção da superfície (Pallesen & Qvist 2003). Este passo promove a abrasão não seletiva da resina composta, criando uma superfície irregular rugosa na face interna da restauração, permitindo uma melhor adesão entre a resina adesiva ao compósito (Soares et al., 2004).

À semelhança de outras investigações laboratoriais (Dionysopoulos et al., 2014; El-Deeb et al., 2015), a resina usada para cimentação foi aquecida usando um forno *Micerium Ena Heat Composite* previamente configurado para a temperatura de 55°C.

O sistema adesivo *Scotchbond™ Universal Adhesive* foi aplicado segundo as normas do fabricante de acordo com a técnica *etch-and-rinse*. Um dos principais benefícios que este sistema adesivo apresenta é a versatilidade de técnicas que podem ser utilizadas, para além da facilidade e acessibilidade por conter apenas um frasco, aliado ao baixo custo do sistema adesivo. (Rosa, Piva & Silva, 2015)

Rosa et al. (2015) conduziram um estudo com o objetivo de determinar a técnica mais adequada (*etch-and-rinse* ou *etch-and-dry*) para a adesão ao esmalte e dentina utilizando sistemas adesivos universais. Estes autores chegaram à conclusão que a força de adesão ao esmalte em sistemas universais melhorava exponencialmente com a técnica *etch-and-rinse*, justificando a sua utilização neste trabalho experimental.

Vários estudos foram realizados ao longo do tempo de forma a testar a força de adesão de diversos materiais ao substrato dentário, recorrendo a testes do tipo de tração e de pressão (*shear pressure*). Os autores confirmaram que os resultados eram bastante influenciados pela variabilidade geométrica da amostra, as condições de carga e a propriedade dos materiais (El Zohairy, Saber, Abdalla & Feilzer, 2010).

No presente estudo, usou-se o teste de microtração criado por Sano, et al. (1994). Este apresenta a vantagem de exercer uma distribuição de *stress* mais uniforme sobre a interface aderida com resultados mais fidedignos, superando as dificuldades dos testes anteriores (Soares, Giannini, Oliveira, Paulillo & Martins, 2004; Zohairy et al., 2010).

Este método requer que a amostra seja seccionada em forma retangular ou cilíndrica, de dimensões entre os 0.5 e 1.5 milímetros. Pequenas variações que possam não ser controladas no corte das amostras, bem como o tamanho da amostra, a pequena mas ainda presente variação geométrica, são fatores que podem introduzir dificuldades no tratamento de dados, tornando a comparação direta entre diferentes estudos ou testes inviável. (Zohairy et al., 2010) A distribuição não normal das amostras no presente estudo, pode ser um reflexo dos fatores mencionados.

A velocidade aplicada na máquina de testes universais (Schimadzu Autograph AG-IS, Tóquio, Japão) foi de 0.5 mm/min, velocidade essa usada como protocolo em experiências similares, como Vohra (2014), Barbosa (2011) e Soares et al. (2004).

De modo a standardizar a força recorreu-se a um peso de 750 gramas, como Skupien, Porto, Cenci e Pereira-Cenic (2015) usaram no seu estudo laboratorial.

Os resultados do presente estudo indicam que a força exercida na cimentação influencia a espessura final do cimento. Tal foi comprovado pelos valores de espessura encontrados para o grupo de G750 que se provou serem estatisticamente superiores aos encontrados para o grupo em que se usou força de assentamento digital.

Tal como seria de esperar, tendo em conta os valores obtidos para a espessura do filme de resina aquecida, e sabendo que os valores ideais para o filme de cimento em restaurações indiretas não deve exceder os 50 μm (Chávez-lozada & Urquía-morales, 2014), o grupo da força de assentamento digital apresentou melhores resultados de força de adesão.

Chieffi et al. (2007) sugeriu que uma pressão sustentada/mantida (12.7 Kgf/cm²) durante a cimentação de um cimento à base de resina de dupla polimerização, durante 3 minutos, melhorava as forças de adesão, reduzindo a interferência de fluídos na camada

subjacente de dentina e promovendo uma interface adesiva de melhor qualidade. (Marocho, Özcan, Amaral, Valandro, Bottino, 2013)

Embora existam alguns estudos que documentam a força que deve ser utilizada na cimentação de restaurações indiretas, ainda não há consenso quanto às forças clinicamente relevantes para uma perfeita cimentação de restaurações indiretas (Marocho et al., 2013).

Marocho et al. (2013) avaliaram o possível efeito que diferentes forças de assentamento exerceriam sobre a cimentação de cerâmica In-Ceram Alumina, testando varias forças, que variavam desde 10 g a 750 g. O grupo de 750g apresentou um valor médio para as forças de adesão de 14 ± 5 MPa, com uma percentagem de 16.1% de fraturas coesivas. Apesar das forças de adesão serem ligeiramente inferiores e a percentagem de fraturas coesivas superior que os restantes grupos experimentais, o estudo concluiu que o espectro de forças estudado não tinha uma influencia estatisticamente significativa entre os grupos. Assim, a partir dos resultados acima mencionados, decidimos testar forças de cimentação no valor de 750 g versus uma força digital não padronizada.

Comparando os resultados obtidos com a investigação de Marocho et al. (2013), observou-se uma maior percentagem de fraturas coesivas (42% no grupo G750 e 44% no grupo Gdigital), assim como valores superiores para as forças de adesão (22.70 ± 12.48 MPa) no grupo digital do presente estudo, sendo que os dados obtidos pelo grupo G750 apresentaram valores mais próximos (16.49 ± 10.14 MPa). Esta diferença na adesão poderá dever-se ao fato da interface adesiva ser mais simplificada (resina-dente) na presente investigação do que no estudo realizado por Marocho et al. (2013) (cerâmica-resina).

Relativamente ao filme de resina aquecida, este apresentou-se superior no grupo de 750G (101.82 ± 25.92 μ m) em contraste com o Gdigital (71.51 ± 30.48 μ m), apontando para a possibilidade da pressão de assentamento da restauração ter sido superior quando cimentada com pressão digital, que apesar de não padronizada, levou a um melhor escoamento do material, resultando em filmes com menor espessura, mais próximo dos valores referenciados nas normas ISO/TS 4049:2009 (50 μ m como espessura de cimento ideal máxima).

Kramer e Frankenberger (2000) e Molin, Karlsson e Kristianes (1996), mencionam que uma espessura entre 50 a 100 μm é considerado aceitável, sendo que no presente estudo os resultados vão de encontro com esta afirmação, visto que o grupo da força digital (Gdigital) apresenta valores de espessura de resina aquecida dentro deste espectro, enquanto que o grupo G750 apresenta valores superiores, fora do espectro recomendado.

Também se calculou o coeficiente de correlação entre a força de adesão e espessura de cimento, no entanto como mencionado anteriormente, o resultado estatístico invalida qualquer tipo de interdependência estatisticamente significativa entre as duas variáveis. Uma das possíveis razões para justificar este resultado, pode ter sido um tamanho de amostra insuficiente.

O tipo de fratura foi registado após a realização do teste μTBS , com a máquina de testes universal. Li, Li, Yun & Fok (2011) consideraram que os resultados das fraturas adesivas deveriam ser os únicos valores, a serem tidos em conta, excluindo as fraturas coesivas e mistas. Por outro lado, Scherrer et al. (2010) afirmam que as amostras que apresentem fraturas adesivas, assim como as mistas, devem ser consideradas como resultados para a avaliação das forças de adesão.

Na presente investigação, verificou-se uma maior incidência de fraturas adesivas nos dois grupos testados quando comparado com as fraturas coesivas e mistas, assemelhando-se a resultados obtidos em estudos prévios, como o de Braga, Meira, Boaro, Xavier (2010), onde ocorreu 66% de fraturas adesivas no teste de microtração. No entanto as diferenças não são tão pronunciadas, podendo esta premissa justificar o fato de não existir correlação entre os tipos de fratura e a espessura da resina aquecida ou as forças de adesão.

Holanda et al. (2013) realizaram um estudo testando a influência do pré-aquecimento de resina composta (RelyX Veneer, 3M ESPE) e do sistema adesivo multimodo (Scotchbond Multipurpose Adhesive/3M ESPE) teria no tipo de fratura após os testes de microtração. Concluiu-se que ambos os grupos pré-aquecidos e os cimentados à temperatura ambiente não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no tipo de fratura ocorrida. Extrapolando para o presente estudo, deduzimos que o pré-aquecimento das resinas ou do

sistema adesivo universal, não teve qualquer tipo de influência significativa no tipo de fratura e percentagem de fraturas adesivas.

São necessários novos estudos com amostras maiores, para ser possível responder a algumas dúvidas ainda presentes, como a relação direta da espessura dos cimentos com as forças de adesão das restaurações finais ou a relação entre os tipos de fratura e a espessura da resina na restauração definitiva.

V. Conclusão

Aceitámos as duas primeiras hipóteses alternativas, e por conseguinte rejeitámos as duas primeiras hipóteses nulas, visto terem sido encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, tanto para a espessura da resina aquecida, como para os valores de força de adesão.

Aceitou-se a terceira hipótese nula, refutando a terceira hipótese alternativa, uma vez que os resultados demonstraram que a espessura da camada de resina aquecida não se correlaciona com a força de adesão das restaurações indiretas.

Igualmente, se aceitou a quarta e quinta hipóteses nulas, rejeitando as quarta e quinta hipóteses alternativas, por não se ter encontrado qualquer tipo de correlação entre os tipos de fratura ocorridos e a espessura da resina aquecida, ou as forças de adesão das restaurações indiretas.

VI. Bibliografia

Angeletaki, F., Gkogkos, A., Papazoglou, E., & Kloukos, D. (2016). Direct versus indirect inlay/onlay composite restorations in posterior teeth. A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 53, 12–21. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2016.07.011>

Anusavice, K. J., Phillips, R. W., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' science of dental materials*. St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders.

Barkmeier WW, Erickson RL (1994) Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent* 7, 175-179

Beatriz, M., & Arce, F. O. (2006). CIMENTO RESINOSO: Atualização e recentes aplicações.

Braga, R. R., Meira, J. B. C., Boaro, L. C. C., & Xavier, T. A. (2010). Adhesion to tooth structure: A critical review of “macro” test methods. *Dental Materials*, 26(2), 38–49. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.150>

Coelho, A., Canta, J. P., Martins, J. N. R., Oliveira, S. A., & Marques, P. (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários - revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria E Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 39–46. <http://doi.org/10.1016/j.rpemd.2011.11.008>

Chávez-lozada, J., & Urquía-morales, M. C. (2014). in Vitro Evaluation of the Film Thickness of Self-Etching Resin Cements, 145–150.

Chen, C., Niu, L. N., Xie, H., Zhang, Z. Y., Zhou, L. Q., Jiao, K., ... Tay, F. R. (2015). Bonding of universal adhesives to dentine-Old wine in new bottles? *Journal of Dentistry*, 43(5), 525–536. <http://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.004>

Chieffi, N., Chersoni, S., Papacchini, F., Vano, M., Goracci, C., Davidson, C. L., ... Ferrari, M. (2007). The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. *Dental Materials*, 23(2), 159–164. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2006.01.006>

- Daronch, M., Rueggeberg, F. A., Hall, G., & De Goes, M. F. (2007). Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dental Materials*, 23(10), 1283–1288. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2006.11.024>
- Decup, F. (2015). Inlay, onlay, overlay. Paris: Éditions Espace ID.
- Dionysopoulos, D., Tolidis, K., Gerasimou, P., & Koliniotou-Koumpia, E. (2014). Effect of preheating on the film thickness of contemporary composite restorative materials. *Journal of Dental Sciences*, 9(4), 313–319. <http://doi.org/10.1016/j.jds.2014.03.006>
- El-Deeb, H. A., Abd El-Aziz, S., & Mobarak, E. H. (2015). Effect of preheating of low shrinking resin composite on intrapulpal temperature and microtensile bond strength to dentin. *Journal of Advanced Research*, 6(3), 471–478. <http://doi.org/10.1016/j.jare.2014.11.013>
- El Zohairy, A., Saber, M., Abdalla, A. & Feilzer, A. (2010). Efficacy of microtensile versus microshear bond testing for evaluation of bond strength of dental adhesive systems to enamel. *Dental Materials*, 26(9), 848–854. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2010.04.010>
- Fróes-Salgado, N. R., Silva, L. M., Kawano, Y., Francci, C., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2010). Composite pre-heating: Effects on marginal adaptation, degree of conversion and mechanical properties. *Dental Materials*, 26(9), 908–914. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2010.03.023>
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A. P. A., Vermelho, P. M., Fronza, B. M., Nikaido, T., & Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10. <http://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
- Heymann, H., Swift, E. J., Ritter, A. V., & Sturdevant, C. M. (2013). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. St. Louis, MO: Elsevier/Mosby.
- Holanda, D. B. V., França, F. M. G., do Amaral, F. L. B., Flório, F. M., & Basting, R. T. (2013). Influence of preheating the bonding agent of a conventional three-step adhesive system and the light activated resin cement on dentin bond strength. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 16(6), 536–539. <http://doi.org/10.4103/0972-0707.120965>

International Organization for Standardization. ISO11405:2015. Dentistry— Testin of adhesion to tooth structure. Available from: [URL:http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage](http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage).

International Organization for Standardization. ISO4049:2009. Dentistry— polymer-based filling, restorative and luting materials. Available from: [URL:http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage](http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage).

Li, J., Li, H., Yun, X., & Fok, A. S. L. (2011). A comparison of bond strengths measured using cantilever bending and micro-tensile methods. *Dental Materials*, 27(12), 1246–1251. <http://doi.org/10.1016/j.dental.2011.08.593>

Lin, J., Shinya, A. A., Gomi, H., & Shinya, A. A. (2010). Bonding of self-adhesive resin cements to enamel using different surface treatments: bond strength and etching pattern evaluations. *Dental Materials Journal*, 29(4), 425–432. <http://doi.org/10.4012/dmj.2009-140>

Kious, A. R., Roberts, H. W., & Brackett, W. W. (2009). Film thicknesses of recently introduced luting cements. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 189–192. [http://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60026-3](http://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60026-3)

Kramer N, Frankenberger R (2000) Leucite-reinforced glass ce- ramic inlays after six years: wear of luting composites. *Oper Dent* 25:466–472

Krifka S, Börzsönyi A, Koch A, Hiller KA, Schmalz G, Friedl KH (2008) Bond strength of adhesive systems to dentin and enamel – human vs. bovine primary teeth in vitro. *Dent Mater* 24, 888-894.

Marocho, S. M. S., Özcan, M., Amaral, R., Valandro, L. F., & Bottino, M. A. (2013). Effect of seating forces on cement-ceramic adhesion in microtensile bond tests. *Clinical Oral Investigations*, 17(1), 325–331. <http://doi.org/10.1007/s00784-011-0668-y>

Morais, A., Santos, A. R. A. Dos, Giannini, M., Reis, A. F., Rodrigues, J. A., & Arrais, C. A. G. (2012). Effect of pre-heated dual-cured resin cements on the bond strength of indirect restorations to dentin. *Brazilian Oral Research*, 26(2), 170–176. <http://doi.org/10.1590/S1806-83242012000200014>

Prakki, A., & Carvalho, R. M. de. (2001). Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. PGR-Pós-Grad Rev Fac Odontol São José Dos Campos, 4(1), 21–26. Retrieved from <http://ojs.fosjc.unesp.br/index.php/cob/article/viewArticle/102>

Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line SR (2004) Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. J Adhes Dent 6, 117-121.

Rosa WL, Piva E, Silva AF. (2015) Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. Journal of dentistry. 2015;43(7):765-76.

Scherrer, S. S., Cesar, P. F., & Swain, M. V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. Dental Materials, 26(2). <http://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.002>

Soares, C. J., Giannini, M., Oliveira, M. T., Paulillo, L. A., & Martins, L. R. (2004). Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. J Appl Oral Sci, 12(1), 45–50. <http://doi.org/S1678-77572004000100009> [pii]

Skupien, J. A., Porto, J. A. S., Münchow, E. A., Cenci, M. S., & Pereira-Cenci, T. (2015). Impairment of resin cement application on the bond strength of indirect composite restorations. Brazilian Oral Research, 29(1), 1–7. <http://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0066>

Stamatacos, C., Simon, J. F. (2013). Cementation of Indirect Restorations: Na Overview of Resin Cements. Compend Contin Educ Dent., 34(1). 42-4.

Yassen, G. H., Platt, J. a., & Hara, A. T. (2011). Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. Journal of Oral Science, 53(3), 273–282. <http://doi.org/10.2334/josnusd.53.273>

VII. Anexos

1 – Carta da Comissão de Ética

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 513

Ex.mo Senhor

**Ricardo Manuel Alves Cenicante Simões
Viegas**


Monte de Caparica, 28 de setembro de 2016.

Ex.mo Senhor,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Resina aquecida como meio de adesão de restaurações indiretas – influência da espessura da camada de resina nas forças de adesão”**, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita

2 – Carta do Matadouro de Mafra



**MATADOURO
REGIONAL
de MAFRA**

Declaração de doação de dentições de bovino

Vimos por este meio comunicar ao Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, que o Matadouro Regional de Mafra S.A., doou ao aluno Ricardo Manuel Alves Cenicante Simões Viegas 2 dentições de bovinos abatidos no dia 16 de Setembro de 2016.

Estas foram levantadas nas nossas instalações no dia 16 de Setembro de 2016.

No seguimento do seu trabalho, o Matadouro Regional de Mafra S.A. disponibiliza-se a fornecer as amostras sempre que estas sejam requisitadas com a devida antecedência.

 O Director Geral



(Dr. Eurico Esteves)

Matadouro Regional de Mafra, S.A.
Rua do Matadouro, n.º1, FONTAINHAS
2644-002 SÃO MIGUEL DE ALCÁINÇA
☎: 219 667 510 ✉: 219 861 156

NIF: 505 004 232